

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-251435

(43) 公開日 平成4年(1992)9月7日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 1 1 B 5/82

7177-5D

5/842

Z 7177-5D

審査請求 未請求 請求項の数7(全8頁)

(21) 出願番号 特願平2-418751

(22) 出願日 平成2年(1990)12月28日

(71) 出願人 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋一丁目13番1号

(72) 発明者 徳岡 保壽

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

(72) 発明者 古賀 啓治

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

(72) 発明者 佐藤 純一

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

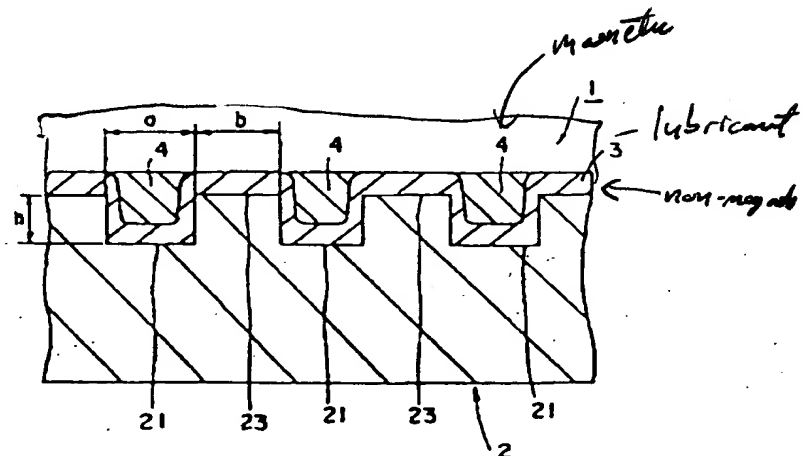
(74) 代理人 弁理士 石井 陽一 (外1名)

(54) 【発明の名称】 磁気ディスク

(57) 【要約】

【目的】 ディスクリートトラックメディアにおいて、電磁変換特性と、耐久性とを選択的に向上させる。

【構成】 ディスク基板2に同心円状またはスパイラル状に溝21を形成し、このディスク基板2上に、表面が溝21の形状に対応する凹凸形状となるように非磁性の下地層3を形成し、この下地層3上に、磁性塗膜を設層した後、表面から磁性塗膜を除去してゆき、前記溝21内部の下地層3上に磁性層4を充填する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 剛性のディスク基板を有し、前記ディスク基板は、表面に同心円状またはスパイラル状に形成された溝を有し、前記ディスク基板上に非磁性の下地層を設け、この下地層表面に前記溝形状と対応する凹凸を形成し、この下地層上に磁性微粒子を含有する磁性塗膜を設けた後、前記磁性塗膜の一部を除去して前記溝内部の下地層上に磁性層を充填したことを特徴とする磁気ディスク。

【請求項2】 溝間隙のランド部上に存在する前記下地層が、実質的に露出するように前記磁性塗膜を除去する請求項1に記載の磁気ディスク。

【請求項3】 前記溝の幅が $0.5 \sim 10 \mu\text{m}$ 、前記溝の深さが $0.05 \sim 1 \mu\text{m}$ 、溝間隙のランド部の幅が $0.5 \sim 10 \mu\text{m}$ である請求項1または2に記載の磁気ディスク。

【請求項4】 前記溝内部の下地層上の磁性層の膜厚が $0.01 \sim 1 \mu\text{m}$ である請求項1ないし3のいずれかに記載の磁気ディスク。

【請求項5】 前記下地層が、モース硬度5以上の無機微粒子を含有する塗膜である請求項1ないし4のいずれかに記載の磁気ディスク。

【請求項6】 前記下地層が、さらにカーボンブラックを前記モース硬度5以上の無機微粒子に対し4~10wt%含有する請求項5に記載の磁気ディスク。

【請求項7】 前記下地層が、ビッカース硬度600以上の連続薄膜である請求項1ないし4のいずれかに記載の磁気ディスク。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、剛性のディスク基板上に塗布型の磁性層を有する、いわゆるハードタイプの磁気ディスクに関する。

【0002】

【従来の技術】 計算機等に用いられる磁気ディスク駆動装置として、剛性基板上に磁性層を設けたハードタイプの磁気ディスク媒体（以下磁気ディスクという。）と、各種浮上型磁気ヘッドとの組み合わせが用いられている。

【0003】 近年、これらの磁気ディスク装置に対して大容量化、あるいは小型化の要求が高まり、これに対応するため高記録密度化が重要な課題となっている。このため、磁気ディスクでは磁性層の高保磁力化、高磁束密度化、薄層化、および平滑化が進められており、磁気ヘッドでは高飽和磁束密度化、狭ギャップ化、狭トラック化などが行われている。

【0004】 また、ヘッドと媒体の間隙を減少させるためのヘッドスライダの低浮上化、あるいは媒体の高耐久性化も重要である。

【0005】 磁気ディスクには、スパッタリング等の気

相成膜法により作製される薄膜型磁気ディスクと、磁性微粒子とバインダとを含有する塗布型磁気ディスクとがある。

【0006】 このうち、塗布型磁気ディスクはヘッドの低浮上化、さらにヘッドと媒体の接触記録へと進む中では、高信頼性、高耐久性の点で有利になると思われる。

【0007】 また、剛性基板には、通常、ディスク状のAl合金が用いられているが、低浮上化に対応してより平滑なガラス円板も検討され、さらに駆動装置の小型化の要請から、磁気ディスクの軽量化も強く望まれ、これらの基板より軽く、しかも低コストな樹脂製の剛性基板も注目されている。

【0008】 また、媒体の記録密度を高める方法として、特開昭61-24021号公報に記載されているような提案がある。これは、図2に示されるように、ディスク基板2の主面に、溝21を同心円状のパターンに形成し、このディスク基板2上に、磁性層4を形成し、その表面形状を溝21と同じパターンの凹凸形状とし、ランド部23上に位置する磁性層4にて記録・再生を行なう磁気ディスクである。

【0009】 このような磁気ディスク（以下ディスクリートトラックメディアという）では、隣接する記録トラックを溝21にて分離することによりトラック間のクロストークを防止できるため、高いトラック密度を実現でき、しかもこの溝21内部の磁性層からの出力とランド部23上の磁性層からの出力との差を利用することにより正確なトラックングを比較的容易に行なえるという利点がある。また、アクセスを正確に行なうことができ、磁気ヘッドのディスク磁性面上におけるスティクション（はりつき）を回避でき、さらに耐久性の向上をはかれるという利点もあげられる。

【0010】 このような目的で特開平2-189715号公報に示されるように、基板上に非磁性層を設け、この非磁性膜上にトラックパターンを形成し、凹部（溝）のみに磁性層を形成し、非磁性層に研磨剤（フィラー）、潤滑剤などを含ませることにより、磁気ディスクの耐久性を向上させる提案や、さらに、特開平2-201730号公報に示されるように、非磁性基板上に設けられた凹部（溝）のみに磁性層を残し、ディスクの表面を厚さ50~500Åのカーボン層で覆うことにより摩擦係数を低くした磁気ディスクが提案されている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】 上述のように、ディスクリートトラックメディアには多くの利点があるものの、これまでの提案によるディスクでは、實際上、以下に述べるような問題点がある。

【0012】 特開昭61-24021号公報に示される磁気ディスクのように、ランド部上の磁性層に記録する場合には、磁性層に対して、電磁気的な特性とともに耐久性という異なる特性の向上が同時に要求される。この

ため、磁性層の磁気特性をある程度犠牲にする必要がある。

【0013】これに対し、特開平2-189715号公報および特開平2-201730号公報に示される磁気ディスクではパターンの凸部に形成された磁性層を除去して、凹部（溝）にのみ磁性層（記録層）を形成するため、非磁性の凸部と記録層を明確に区別でき、さらに凹部では電磁気的な特性向上を、また凸部では耐久性向上というように異なる特性の向上を同時にはかることができるという点で改良されている。

【0014】しかし、前者（特開平2-189715号公報）では、基板上にまず非磁性層を成膜し、こののちレプリカ法などにより非磁性層にトラックパターンを形成し、ついで磁性層を成膜するため、成膜プロセスが二分されて製法上の効率が悪くなるという問題がある。

【0015】また、硬質フィラーを含む塗膜によって形成された非磁性層に、トラックを構成する凹部（溝）を形成する場合には、フィラーの存在が均一な溝の形成の障害になる恐れが大きい。

【0016】一方、後者（特開平2-201730号公報）の場合は、スパッタなどの手段により作製される磁性薄膜型の磁気ディスクに対して適用可能であるが、磁性層の上に非磁性のカーボン層が存在するため、磁性層と磁気ヘッドとの間隔が拡大し、磁性微粒子とバインダとを含有する塗布型磁性層では、いわゆるスペーシング損失の増大によって再生出力が低下するという問題を生ずる。

【0017】また、カーボン層を設けしないと、ディスク基板と、磁気ヘッドとが直接接触するため、磁気ディスクと、磁気ヘッドとの摩擦係数が増加し、安定した浮上が困難である。しかも磁気ディスクの製造中には、磁性塗膜の研削・研磨によって、直接ディスク基板の凸部が露出し、加工時の摩擦が著しく増大してしまう。このため特に樹脂基板を用いると、加工時に発生した摩擦熱により樹脂の表面が溶融することがあり、研削・研磨作業が非常に困難である。

【0018】本発明の目的は、上述のようなディスクリートトラックメディアにおける問題点を解決し、製造上の効率が良く、耐久性および磁気特性が高く、しかも電磁変換特性が良好である磁気ディスクを提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】このような目的は、下記（1）～（7）の本発明によって達成される。

【0020】（1）剛性のディスク基板を有し、前記ディスク基板は、表面に同心円状またはスパイラル状に形成された溝を有し、前記ディスク基板上に非磁性の下地層を設け、この下地層表面に前記溝形状と対応する凹凸を形成し、この下地層上に磁性微粒子を含有する磁性塗膜を設けた後、前記磁性塗膜の一部を除去して前記

溝内部の下地層上に磁性層を充填したことを特徴とする磁気ディスク。

【0021】（2）溝間隙のランド部上に存在する前記下地層が、実質的に露出するように前記磁性塗膜を除去する上記（1）に記載の磁気ディスク。

【0022】（3）前記溝の幅が0.5～10μm、前記溝の深さが0.05～1μm、溝間隙のランド部の幅が0.5～10μmである上記（1）または（2）に記載の磁気ディスク。

10 【0023】（4）前記溝内部の下地層上の磁性層の膜厚が0.01～1μmである上記（1）ないし（3）のいずれかに記載の磁気ディスク。

【0024】（5）前記下地層が、モース硬度5以上の無機微粒子を含有する塗膜である上記（1）ないし（4）のいずれかに記載の磁気ディスク。

【0025】（6）前記下地層が、さらにカーボンブラックを前記モース硬度5以上の無機微粒子に対し4～10wt%含有する上記（5）に記載の磁気ディスク。

20 【0026】（7）前記下地層が、ビッカース硬度600以上の連続薄膜である上記（1）ないし（4）のいずれかに記載の磁気ディスク。

【0027】

【作用】本発明の磁気ディスクは、図1に示されるように、溝21とランド部23が規則的にディスク周方向に形成されたディスク基板2を用い、この基板主面上の溝21内部には、後述の非磁性の下地層3と磁性層4がこの順番で充填されて記録トラック部を構成し、一方、記録トラック部を分離するランド部23上の磁性層は研削、研磨等により除去され、きわめて薄い磁性層しか存在しない構造、特に耐久性、耐摩耗性、摩擦特性、導電性などの向上を目的として設けた非磁性機能性膜の下地層3が露出した構造を有する。

30 【0028】上述の本発明によるディスクリートトラックメディア、特に下地層を露出させた磁気ディスクによれば、ランド部23上の下地層3が磁気ヘッドに対して耐久性、耐摩耗性、潤滑性、導電性等に優れているため、これによる干渉作用によって磁気ヘッドと磁性層の直接接触によるスティクション（はりつき）や磁性層の破壊などを回避でき、極めて信頼性の高い磁気ディスクが実現する。さらに凹凸部の信号変化を検出することにより、精度の高いトラッキングが可能となり、これによって高トラック密度化が可能になる。

【0029】しかも、あらかじめパターンを形成したディスク基板を用いるため、フィラーが介在することによって生ずるパターン形成上の問題も回避でき、また同時に下地層の形成に次いで磁性層の形成が行なえるため、磁気ディスクの製造を効率的に行なうことができる。

50 【0030】なお、ディスク基板2としては、軽量であり、かつ溝21の加工が容易な樹脂基板を採用することが好ましいが、このような樹脂基板を用いた場合、ラン

ド部23上の下地層3は、磁性塗膜表面層の一部を最終的に研削、研磨加工して除去する際の規制部として有効に作用するため、研削、研磨作業を容易にし、かつ面精度を向上させる上で極めて好都合である。

【0031】

【発明の具体的構成】以下、本発明の具体的構成について詳細に説明する。

【0032】本発明の磁気ディスクの好適例を図1に示す。

【0033】磁気ディスク1は、後述の凹凸パターンを有する剛性のディスク基板2を有する。

【0034】ディスク基板2の材質には特に制限がなく、例えば、Al合金等の金属、ガラス、セラミックス、樹脂等を用いればよいが、軽量であり、しかもスタンパを用いた射出成形等により容易に溝21を形成できる点で樹脂を用いることが好ましい。

【0035】ディスク基板2に樹脂を用いる場合、樹脂の種類には特に制限がなく、ポリエーテルイミド、ポリイミド、ポリエーテルサルホン、ポリサルホン、ポリフェニレンサルファイド、ポリアクリレート、ポリカーボネート、ポリアクリルイミド、ポリオキシベンジレン、ポリエーテルエーテルケトン、アモルファスポリオレフィン、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、メラミン樹脂等を始めとして各種熱硬化性、熱可塑性および放射線硬化性の樹脂のいずれも使用可能である。

【0036】ディスク基板2は、いずれか一方の主面または双方の主面にディスク周方向に形成された同心円状またはスパイラル状の規則的な溝21を有する。そして、この溝21中に充填された磁性層4が各記録トラックに対応する。

【0037】溝21の断面形状には特に制限がなく、矩形等種々のものであってよい。

【0038】また、溝21の寸法や、溝配置間隔等には特に制限がなく、目的等に応じて適宜決定すればよいが、下記の寸法が好適である。

【0039】溝21の幅a:  $0.5 \sim 10 \mu\text{m}$ 、溝21の深さh:  $0.05 \sim 1 \mu\text{m}$ 、互いに隣接する一对の溝21と溝21との間のランド部23の幅b:  $0.5 \sim 10 \mu\text{m}$

【0040】また、ディスク基板2の製造方法には特に制限がなく、例えば樹脂基板の場合、射出成形により溝21を同時に形成すればよい。

【0041】ディスク基板2の寸法は、目的や用途等に応じて適宜選択すればよいが、通常、外径 $25 \sim 300 \text{ mm}$ 程度、内径 $10 \sim 150 \text{ mm}$ 程度、厚さ $0.1 \sim 3 \text{ mm}$ 程度である。

【0042】このようなディスク基板2のいずれか一方の主面上または双方の主面上に非磁性の下地層3および塗布型の磁性層4を形成する。

【0043】下地層3は、無機微粒子およびバインダを

含む塗布型の非磁性膜とスパッタリング等によって成膜される薄膜型の非磁性膜のいずれかを選ぶことができ、下地層3の表面には、ディスク基板2の溝21の形状と対応する凹凸を形成する。

【0044】この場合、より好ましくは、表面形状が実質的にディスク基板2の溝形状ないし溝パターンどおりの凹凸形状となるように形成する。

【0045】塗布型の下地層3には、モース硬度5以上の無機微粒子を用いることが好ましい。

【0046】モース硬度が前記範囲未満であると、耐久性、耐摩耗性、摩擦特性等が不十分である。

【0047】このようなモース硬度の無機微粒子としては、 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiC}$ 、ダイヤモンド等が挙げられる。

【0048】また、前記モース硬度の無機微粒子の平均粒径は、 $0.5 \mu\text{m}$ 以下、特に $0.05 \sim 0.2 \mu\text{m}$ が好ましい。

【0049】塗布型の下地層3を成膜するには、前記モース硬度の1種または2種以上の無機微粒子とバインダとを溶剤中によく分散させた非磁性塗料を塗布した後、塗膜を硬化させる。

【0050】この場合、非磁性塗料中には、必要に応じて、固体または液体の潤滑剤、界面活性剤等の各種添加剤、例えば、導電性や潤滑性を向上するためカーボンブラックを添加してもよい。

【0051】非磁性塗料の塗布方法には特に制限がないが、スピンコート法が好ましい。

【0052】また、ディスク基板の溝21が下地層3によって埋められないように、すなわち、溝21内部の下地層3の輪郭形状を溝21の形状に近づけるためには、塗料化条件として、非磁性塗料中の前記モース硬度の無機微粒子とバインダの比率は重量比で $20:1$ 以下、特に $2:1 \sim 10:1$ 、カーボンブラックを添加する場合は、前記モース硬度の無機微粒子に対し、カーボンブラックを $4 \sim 10 \text{ wt}\%$ 添加することが好ましい。また、非磁性塗料中の固形分の重量比は $40 \text{ wt}\%$ 以下、特に $10 \sim 30 \text{ wt}\%$ とすることが好ましい。

【0053】そして、非磁性塗料をスピンコート法で塗布する場合、ディスク基板の溝21の内部まで塗料を十分に行き渡らせるためには、ディスク基板の回転数を $2000 \text{ rpm}$ 以上、特に $3000 \sim 8000 \text{ rpm}$ とすることが好ましい。

【0054】下地層3の膜厚には特に制限がないが、塗布型の場合、 $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$ が好ましい。

【0055】前記範囲未満では、下地層3の凹凸形状が不均一になり、前記範囲をこえると、非磁性塗料を塗布したとき、溝形状どおりの凹凸形状を維持することが困難である。

【0056】薄膜型の下地層3は、膜厚分布のバラツキが少なく、塗布型に比べ容易に、表面形状をディスク基

板の溝21の形状やパターンどうりの凹凸形状に形成できるため、特に好適である。

【0057】この場合、薄膜型の下地層3は、ピッカース硬度600以上、特に800以上の連続薄膜で構成することが好ましい。

【0058】ピッカース硬度が前記範囲未満であると、耐久性、耐摩耗性、潤滑性等が不十分である。

【0059】また、下地層3のピッカース硬度の上限は通常10000程度である。

【0060】ピッカース硬度は、対面角が136°のダイヤモンド正四角錐圧子を用い、試験面にくぼみを付けたときの荷重を、くぼみの対角線長さから求めた表面積で除した商をいい、通常下記式によって算出される。

【0061】(式)  $H_v = F/S = [2Fs \sin(\theta/2)]/d^2 = 1.8544F/d^2$

ここで

$H_v$ : ピッカース硬度

$F$ : 荷重(kgf)

$S$ : くぼみの表面積(mm<sup>2</sup>)

$d$ : くぼみの対角線長さの平均(mm)

$\theta$ : ダイヤモンド圧子の対面角

【0062】ピッカース硬度の測定は、例えば、明石製作所製の軽荷重微小硬度計(MVK-1S)などを用いて行なうことができる。

【0063】このようなピッカース硬度の下地層3は、スパッタリングなどの各種気相成膜法により形成した酸化物、窒化物、炭化物、ケイ化物、ホウ化物、および炭素の一種以上を含有する薄膜が好ましい。あるいは、特にCまたは、CとH、NおよびCのうちの1種以上とを含有するプラズマ重合膜なども好適に使用できる。また、成膜方法としては、気相法とは異なるが、湿式法例えば、シランカップリング剤等の溶液にディスク基板をディップしてこれらの重合物の薄膜としたり、ソルゲル法によりガラス状のケイ化物などの薄膜を得る方法も採用できる。

【0064】薄膜型の下地層3の膜厚は、0.001~0.3μmが好ましい。

【0065】前記範囲未満では、下地層としての十分な効果が得られない傾向にある。前記範囲をこえると一般に成膜に時間を要し、実用性が薄れるとともに、下地層としての効果も飽和して必要性が薄れる傾向にある。

【0066】下地層3上には、塗布型の磁性層4を形成する。

【0067】この場合、磁性層4の保磁力は1000 Oe以上とすることが好ましい。

【0068】保磁力がこの値未満であると十分な電磁変換特性が得られず高密度記録が困難となる。

【0069】磁性層の保磁力は、組み合わせる磁気ヘッドの性能を考慮し、十分なオーバーライト特性が得られる範囲とすればよいので、その上限は特にないが、通

常、2000 Oe以下とすることが好ましい。

【0070】なお、磁性層の保磁力の特に好ましい範囲は、1200~1800 Oeである。

【0071】磁性層4に用いる磁性微粒子には特に制限がなく、各種酸化物磁性微粒子等も使用可能であるが、前記の保磁力を得るためには、高保磁力の磁性微粒子、例えば、強磁性金属微粒子またはバリウムフェライト、ストロンチウムフェライト等の六方晶系酸化物フェライト微粒子などが好ましい。

【0072】強磁性金属微粒子としては、例えば、Fe、Co、Niの単体、これらの合金、またはこれらの単体および合金に、Cr、Mn、Cu、Si、さらにはZn、Cu、Zr、Al、Ti、Bi、Ag、Pt等を添加した微粒子が使用できる。

【0073】また、これらの金属や合金にB、C、P、Nなどの非金属元素を少量添加したものであってもよく、Fe、N等、一部窒化されたものであってもよく、さらに、耐食性、耐候性の向上のために、表面に酸化物等の被膜を有するものであってもよい。

【0074】六方晶系の酸化物フェライト微粒子としては、例えば、M型で代表されるバリウム、ストロンチウム、カルシウム、鉛などの各フェライトがあげられ、構成元素であるBa、Ca、Sr、Pbの1部を相互に交換してもよく、また、Feの一部をCo、Ni、Ti、Cr、Zn、In、Mn、Cu、Ge、Nb、Zr、Snその他の金属から選ばれる1種以上で置換したものであってもよい。

【0075】さらに、上記六方晶系酸化物微粒子は、耐候性や分散性の向上のために、表面に他の酸化物や有機化合物等の被膜を有するものであってもよい。

【0076】なお、これらの磁性微粒子は、必要に応じて2種以上併用してもよい。

【0077】磁性層4を形成するには、例えば、まず磁性微粒子とバインダとを含有する磁性塗料をスピンコート法によって塗布し、溶剤蒸気中で磁界を印加して塗膜のレベリングを行なった後、磁性微粒子の配向を行ない、常法に従い各種硬化処理を行なう。

【0078】その後、塗膜を研削、研磨などの表面加工処理、その他の方法で表面から徐々に除去し、好ましくは下地層3を露出させる。この場合、ランド部23上の下地層3上に残る磁性層の膜厚は、溝21内部の下地層3上の磁性層4の膜厚の10%以下にする必要があり、實際上、ランド部23上には磁性層が全く無い状態がより好ましい。

【0079】このようにして形成される溝21内部の下地層4上の磁性層4の膜厚は、1μm以下、より好ましくは0.5μm以下が好ましい。

【0080】磁性層4の厚さが前記範囲を超えると、十分なオーバーライト特性が得られなくなる。また、とくに短波長記録において飽和記録が困難となり、厚み損失

が増大するため、高密度記録が困難となる。

【0081】磁性層4の厚さの下限は、十分な再生出力、およびS/Nを確保できればよく、少なくとも0.01 $\mu$ m以上であればよいが、特に0.05 $\mu$ m以上が好ましい。

【0082】本発明の磁気ディスク1の磁性層側表面には、必要に応じて液体潤滑剤等を塗布し、磁性層4中に含浸させる。

【0083】液体潤滑剤としては、フッ素を含む有機化合物を含有する液体潤滑剤が好適である。

【0084】

【実施例】以下、本発明の具体的実施例を挙げ、本発明をさらに詳細に説明する。

【0085】実施例1

外径3.5インチ、厚さ1.27mmのポリニールイミド樹脂よりなるディスク基板を射出成型により製造し、同時にディスク基板の一方の主面に規則的に溝を形成した。

【0086】溝は、ディスク基板の周方向に同心円状に形成し、断面矩形とし、下記の寸法とした。

【0087】溝の幅 : 7.0 $\mu$ m

溝の深さ : 0.5 $\mu$ m

ランド部の幅 : 3.0 $\mu$ m

【0088】このディスク基板上に、研磨材としてのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒子を含む下記の実例2の非磁性塗料を回転数4000rpmにてスピンコート法により塗布して、硬化させ、下地層を成膜した。

【0089】Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒子の平均粒径: 0.06 $\mu$ m

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒子のモース硬度: 9

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒子とバインダとの重量比: 5対1

非磁性塗料中の固形分の重量比: 30wt%

【0090】得られた下地層の平均膜厚は0.5 $\mu$ mで、基板の溝パターンの規則性をよく維持していた

【0091】この下地層上に $\alpha$ -Feからなる保磁力1400 Oeの磁性微粒子を含有する磁性塗料をスピンコート法により塗布し、塗膜のレベリングと配向を行なった後、硬化処理した。この結果、溝内部にも十分行き渡った平均膜厚0.3 $\mu$ mの磁性塗膜が得られた。

【0092】次いで、基板上の位置を少しずつ変化させながら、磁性塗膜および下地層を研磨テープにて研磨し、全体として厚さ0.5 $\mu$ m程度の塗膜を除去してランド部上の下地層を露出させた。この結果、ディスク表面の磁性層の幅約6.8 $\mu$ m、ディスク表面の下地層(非磁性層)の幅約3.2 $\mu$ m、磁性層の膜厚0.3 $\mu$ mの磁気ディスクサンプルが得られた。このサンプルを実施例1とする。

【0093】実施例2

外径3.5インチ、厚さ1.27mmのポリニールイミド樹脂よりなるディスク基板を射出成型により製造し、同時にディスク基板の一方の主面に規則的に溝を形

成した。

【0094】溝は、ディスク基板の周方向に同心円状に形成し、断面矩形とし、下記の寸法とした。

【0095】溝の幅 : 8.0 $\mu$ m

溝の深さ : 0.2 $\mu$ m

ランド部の幅 : 2.0 $\mu$ m

【0096】このディスク基板上に、カーボンブラック(導電材)およびAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒子(研磨材)を含む下記の実例2の非磁性塗料を回転数4000rpmにてスピンコート法により塗布して、硬化させ、下記層を成膜した。

【0097】カーボンブラックの平均一次粒径: 0.02 $\mu$ m

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒子の平均粒径: 0.06 $\mu$ m

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒子のモース硬度: 9

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>と、バインダとの重量比: 5対1

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に対するカーボンブラックの含有量: 7wt%

非磁性塗料中の固形分の重量比: 27wt%

【0098】得られた下地層の平均膜厚は0.4 $\mu$ mで、基板の溝パターンの規則性をよく維持していた。

【0099】この下地層上にバリウムフェライトからなる保磁力700 Oeの磁性微粒子を含有する磁性塗料をスピンコート法により塗布し、塗膜のレベリングと配向を行なった後、硬化処理した。この結果、溝内部にも十分行き渡った平均膜厚0.3 $\mu$ mの磁性塗膜が得られた。

【0100】次いで、基板上の位置を少しずつ変化させながら、磁性塗膜および下地層を研磨テープにて研磨し、全体として厚さ0.3 $\mu$ m程度の塗膜を除去してランド部上の下地層を露出させた。この結果、ディスク表面の磁性層の幅約8 $\mu$ m、ディスク表面の下地層の幅(非磁性層)の幅約2 $\mu$ m、磁性層の膜厚0.2 $\mu$ mの磁気ディスクサンプルが得られた。このサンプルを実施例2とする。

【0101】比較例1

ディスク基板および磁性層は、上記実施例2と同様で、下地層を設けず、基板上に直接磁性塗膜を成膜した。これを実施例2と同様に、基板のランド部が露出するまで研磨したが、ランド部が露出するたびに、研磨テープが焼き切れるトラブルがあり、作業が停止した。このように円滑な研磨作業が困難であったため、後述する摩擦測定に可能な部分のみの研磨にとどめた。このサンプルを比較例1とする。

【0102】比較例2

溝のない平滑なアルミニウム台金製のディスク基板上に実施例1と同じ $\alpha$ -Feからなる保磁力1400 Oeの磁性微粒子を含有する磁性塗料をスピンコート法により塗布し、塗膜のレベリングと配向を行なった後、硬化処理した。この結果、平均膜厚0.3 $\mu$ mの磁性塗膜が得られた。次いで、表面平滑化のために、磁性層表面を

研磨したところ、磁性層中に硬度の高い研磨材が存在しないため磁性層が弱く、磁性層に無数の研磨きずが入った磁気ディスクサンプルが得られた。このサンプルを比較例2とする。

#### 【0103】比較例3

比較例2と同じディスク基板上に、実施例1と同じ磁性微粒子と平均粒径が0.1 $\mu$ mのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒子(研磨材)とを含む磁性塗料をスピコート法により塗布し、塗膜のレベリングと配向を行なった後、硬化処理して平均膜厚0.35 $\mu$ mの磁性塗膜を成膜した。ついで磁性層の表面を研磨して、最終的に膜厚0.3 $\mu$ mの磁性層を有する磁気ディスクサンプルを作製した。このサンプルを比較例3とする。

【0104】各実施例、および比較例のディスクサンプルの磁性層側の表面(磁性面)にフルオロカーボン溶液を含浸させた後、摩擦特性と電磁変換特性とを評価した。

【0105】摩擦特性は、フェライトヘッドを荷重15gの条件下で線速5mm/秒で回転するディスクサンプル磁性面にあてて摩擦係数を測定して評価した。この場合、はじめに測定した摩擦係数を $\mu_0$ とし、ついでヘッドをあてたまま線速を300mm/秒に上げ、10時間経過後再び線速を5mm/秒に低下して測定した摩擦係\*

\*数を $\mu_1$ とした。

【0106】なお、比較例1のサンプルでは、測定開始後5分間で摩擦は急増し、10分後にはディスクの回転が摩擦増大により停止し、以後の測定は不可能であった。これは磁気ディスクとしての安定動作が困難であることを示している。

【0107】また、各ディスクサンプルに対し、記録再生を行なったところ、実施例1、実施例2および比較例3は磁気ヘッドを0.14 $\mu$ mで浮上させて何等支障なく記録再生を行なうことができたが、実施例1や2に対し、比較例3は磁性層に非磁性の研磨材粒子が含まれるため、S/Nが悪くなることがわかった。また、比較例2は、ヘッドによる塗膜の損傷が著しく、摩擦特性の測定および記録再生の測定をとともに行なうことができなかった。

【0108】さらに、実施例1および2では磁性層を分離する非磁性層の存在による信号の弱まりをヘッドの位置決め信号として用いることができた。この結果、高精度の位置決め並びに高トラック密度化が可能になることがわかった。これらの結果を表1に示す。

#### 【0109】

#### 【表1】

表 1

	摩 擦 特 性		ディスクリートトラック によるヘッドの位置決め
	$\mu_0$	$\mu_1$	
実施例1	0.15	0.26	可
実施例2	0.12	0.18	可
比較例1	0.75	測定不能	—
比較例2	測定不能	測定不能	—
比較例3	0.14	0.31	不可

【0110】以上の結果から本発明の効果が明らかである。

【0111】なお、下地層を、スパッタリングによる膜厚0.05 $\mu$ mのSiO<sub>2</sub>薄膜、膜厚0.03 $\mu$ mのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄膜等のHV600以上の各種連続薄膜にかえたところ、下地層の膜厚のパラツキが減少し、摩擦特性および電磁変換特性も良好であった。

#### 【0112】

【発明の効果】本発明の磁気ディスクは、記録層に相当する磁性層を分離する非磁性の下地層を設けてトラックを構成しているの、高精度のヘッド位置決めと高トラック密度化が可能である。そして、下地層に高耐久性、高潤滑性、高導電性などの機能を持たせることによりS/Nが向上し、しかも信頼性に優れた磁気ディスクを実

現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

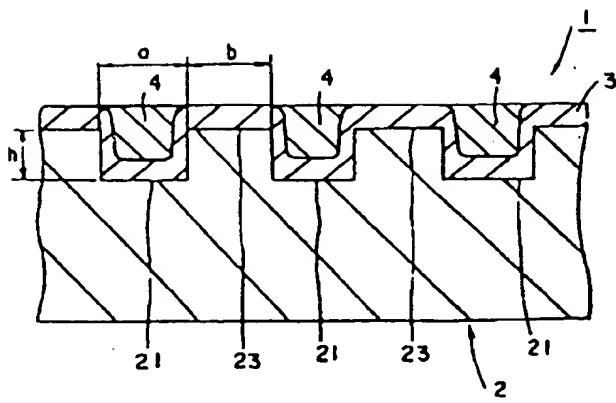
【図1】本発明の磁気ディスクの1例が示される部分断面図である。

【図2】従来の磁気ディスクが示される部分断面図である。

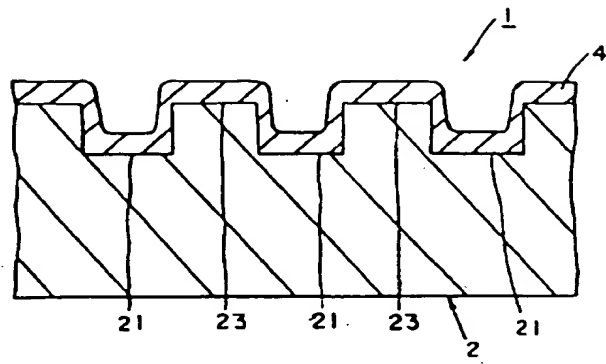
#### 【符号の説明】

- 1 磁気ディスク
- 2 ディスク基板
- 21 溝
- 23 ランド部
- 3 下地層
- 4 磁性層

【図 1】



【図 2】





PTO 02-1603

CY=JP DATE=19920907 KIND=A  
PN=04-251435

MAGNETIC DISK  
[Jiki Disuku]

Yasumichi Tokuoka, et al.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
Washington, D. C. March 2002

Translated by: FLS, Inc.

PUBLICATION COUNTRY	(10):	JP
DOCUMENT NUMBER	(11):	04251435
DOCUMENT KIND	(12):	A
	(13):	PUBLISHED UNEXAMINED APPLICATION (Kokai)
PUBLICATION DATE	(43):	19920907
PUBLICATION DATE	(45):	
APPLICATION NUMBER	(21):	02418751
APPLICATION DATE	(22):	19901228
ADDITION TO	(61):	
INTERNATIONAL CLASSIFICATION	(51):	C11B 5/82, 5/842
DOMESTIC CLASSIFICATION	(52):	
PRIORITY COUNTRY	(33):	
PRIORITY NUMBER	(31):	
PRIORITY DATE	(32):	
INVENTORS	(72):	TOKUOKA, YASUMICHI; KOGA, KEIJI; SATO, JUN'ICHI
APPLICANT	(71):	TDK CORPORATION
TITLE	(54):	MAGNETIC DISK
FOREIGN TITLE	[54A]:	Jiki Disuku

[Claims]

/258\*

[Claim 1]

A magnetic disk characterized by the fact that it has a rigid disk substrate that has concentric or spiral grooves formed on its surface and by the fact that a nonmagnetic underlayer is provided on the aforesaid disk substrate, projections and depressions in correspondence to the aforesaid groove shape are formed on the surface of this underlayer, and a magnetic coating film that contains magnetic fine particles is formed over this underlayer, after which part of the aforesaid magnetic coating film is removed; in this manner, the magnetic layer is packed over the underlayer inside the aforesaid grooves.

[Claim 2]

A magnetic disk according to Claim 1, wherein the aforesaid magnetic coating film is removed so as to substantially expose the aforesaid underlayer present on the land portions between the grooves.

[Claim 3]

A magnetic disk according to Claim 1 or 2, wherein the width of the aforesaid grooves is 0.5 to 10  $\mu\text{m}$ , the depth of the aforesaid grooves is 0.05 to 1  $\mu\text{m}$ , and the width of the land portions between the grooves is 0.5 to 10  $\mu\text{m}$ .

---

\*Numbers in the margin indicate pagination in the foreign text.

[Claim 4]

A magnetic disk according to one of Claims 1 to 3, wherein the thickness of the magnetic layer on the underlayer inside the aforesaid grooves is 0.01 to 1  $\mu\text{m}$ .

[Claim 5]

A magnetic disk according to one of Claims 1 to 4, wherein the aforesaid underlayer is a coating film that contains inorganic fine particles having a Mohs hardness of 5 or upward.

[Claim 6]

A magnetic disk according to Claim 5, wherein the aforesaid underlayer further contains carbon black in an amount of 4 to 10 percent by weight of the aforesaid inorganic fine particles having a Mohs hardness of 5 or upward.

[Claim 7]

A magnetic disk according to one of Claims 1 to 4, wherein the aforesaid underlayer is a continuous thin film having a Vicker's hardness of 600 or higher.

[Detailed Description of the Invention]

[0001] [Industrial Field of Application]

The present invention pertains to what is called a hard-type magnetic disk, which has a magnetic layer of the coating type on a rigid disk substrate.

[0002] [Prior Art]

As magnetic disk driving equipment employed for computers and the like are used combinations of hard-type magnetic disk media (hereinafter referred to as magnetic disks), which have a magnetic layer formed over a rigid substrate, and of various kinds of levitating magnetic heads.

[0003]

Recently, there is an increasing demand for larger capacity or size reduction of magnetic disk units, and, to meet this demand, the realization of units having higher recording density has become an important challenge. For this purpose, efforts have been exerted for the development of magnetic disks that have thinner, smoother magnetic layers having a higher coercive force and higher magnetic flux density. For magnetic heads, in turn, great efforts have been made toward higher saturation magnetic flux density, narrowing of the gaps, narrowing of the tracks, and the like.

[0004]

It also becomes important to lower the levitation of the head slider so as to reduce the space between the head and the medium or to increase the durability of the medium.

[0005]

As magnetic disks, there are disks of the thin-film type, which are prepared by vapor-phase film-formation methods, such as sputtering, etc., and those of the coating type, which contain

magnetic fine particles and a binder.

[0006]

Of these, because of their high reliability and durability, magnetic disks of the coating type seem to be better suited to the current trend of reducing the levitation of the head, which may further develop into contact recording of the head and the medium.

[0007]

Rigid substrates are usually made of disc-shaped Al alloys, but the use of glass discs, whose surface is smoother, has been studied to achieve lower levitation. Furthermore, the demand for size reduction of driving units has led to a strong desire for the weight reduction of magnetic disks, and rigid substrates made from resin, which are lighter and also less expensive than the aforesaid substrates, have been receiving attention.

[0008]

As a means of increasing the recording density of a medium, there is, for example, a proposal described in Japanese Patent Published Unexamined Application No. 61-24021. This application discloses a disk, as shown in Figure 2, that has grooves (21) formed in a concentric pattern on a main surface of the disk substrate (2), on which substrate (2) is formed a magnetic layer (4), whose surface is shaped into the same projection/depression pattern formed by the grooves (21), and that executes recording/reproduction with the magnetic layer (4) located on the

land portions (23).

[0009]

This type of magnetic disk (hereinafter referred to as discrete track media) has advantages in that it can prevent crosstalk between adjacent tracks by separating the recording tracks with grooves (21), thereby making it possible to realize a high track density, and in that, by utilizing the difference between the output from the magnetic layer inside the grooves (21) and the output from the magnetic layer on the land portions (23), precise tracking can be executed with relative ease. Another advantage is that access can be carried out with precision, thus avoiding seizure (sticking) of the magnetic head from occurring on the disk's magnetic surface; thus, durability can be further improved.

[0010]

With these objectives in mind, as shown in Published Unexamined Application No. 2-189715, it is proposed to improve the durability of magnetic disks by providing a nonmagnetic layer on a substrate, by forming a track pattern on this nonmagnetic layer, by forming a magnetic layer only at the depressed portions (grooves), and by adding an abrasive agent (filler), lubricant, etc., to the nonmagnetic layer. It is also proposed, as in Published Unexamined Application No. 2-201730, a magnetic disk in which the magnetic layer is left only at the depressed portions (grooves) formed on

the nonmagnetic substrate and the disk surface is covered by a 50 to 500 A-thick carbon layer so as to reduce the coefficient of friction.

[0011] [Problems that the Invention Intends to Solve]

As discussed in the foregoing, although discrete track media have many advantages, the disks proposed up to date have the following shortcomings in practical use.

[0012]

In the case of recording on the magnetic layer on the land portions, as seen in the magnetic disk disclosed in Published Unexamined Application No. 61-24021, simultaneous improvements of different characteristics, that is, electromagnetic characteristics and durability, are required of the magnetic layer. Therefore, it becomes necessary to sacrifice the magnetic characteristics of /259 the magnetic layer to a certain extent.

[0013]

On the other hand, in the magnetic disks disclosed in Published Unexamined Application No. 2-189715 and No. 2-201730, the magnetic layer formed on the projected portions of the pattern is removed so as to provide the magnetic layer (recording layer ) only in the depressed portions (grooves); therefore, these magnetic disks show improvements in that the nonmagnetic projected portions and the recording layer are more clearly distinguished and, furthermore, in that improvements of different characteristics,



more specifically, improvement of the electromagnetic characteristics at the depressed portions and improvement of durability at the projected portions, are achieved simultaneously.

[0014]

According to the former (Published Unexamined Application No. 2-189715), however, a nonmagnetic layer is first formed on the substrate, which is followed by the formation of a track pattern on the nonmagnetic layer by a replica method, etc., and a magnetic layer is then formed; therefore, the film-forming process is divided into two steps, which fact adversely affects production efficiency.

[0015]

In addition, in the case of forming depressions (grooves), which constitute tracks, on a nonmagnetic layer comprised of a coating film that contains a hard filler, the presence of the hard filler is highly likely to become a hindrance to the formation of uniform grooves.

[0016]

Meanwhile, the latter (Published Unexamined Application No. 2-201730) is applicable to magnetic disks of the thin magnetic film type, which are produced by such means as sputtering, etc., but it has a nonmagnetic carbon layer over the magnetic layer, and, consequently, the distance between the magnetic layer and the magnetic head increases, which fact causes a coating-type magnetic

layer that contains magnetic fine particles and a binder to have the problem of decreased reproduction output owing to increase in what is called spacing loss.

[0017]

Unless a carbon layer is provided, the disk substrate and the magnetic head make direct contact, and the coefficient of friction between the magnetic disk and the magnetic head increases, thereby making it difficult to attain stable levitation. Furthermore, during the manufacturing process of magnetic disks, the grinding/polishing of the magnetic coating film results in direct exposure of the projected portions of the disk substrate, thus considerably increasing friction in the processing. Therefore, especially when a resin substrate is used, the surface of the resin may be melted by the frictional heat generated at the time of the processing, thus making the grinding/polishing process very difficult.

[0018]

The objectives of the present invention are to solve the aforesaid problems of discrete track media and to provide a magnetic disk that has high production efficiency, that has high durability and good magnetic characteristics, and that also has good electromagnetic conversion characteristics.

[0019] [Means of Solving the Problems]

These objectives can be attained by the present invention described in the following (1) to (7).

[0020]

(1) A magnetic disk characterized by the fact that it has a rigid disk substrate that has concentric or spiral grooves formed on its surface and by the fact that a nonmagnetic underlayer is provided on the aforesaid disk substrate, projections and depressions in correspondence to the aforesaid groove shape are formed on the surface of this underlayer, and a magnetic coating film that contains magnetic fine particles is formed over this underlayer, after which part of the aforesaid magnetic coating film is removed; in this manner, the magnetic layer is packed over the underlayer inside the aforesaid grooves.

[0021]

(2) The magnetic disk described in the aforesaid (1), wherein the aforesaid magnetic coating film is removed so as to substantially expose the aforesaid underlayer present on the land portions between the grooves.

[0022]

(3) The magnetic disk described in the aforesaid (1) or (2), wherein the width of the aforesaid grooves is 0.5 to 10  $\mu\text{m}$ , the depth of the aforesaid grooves is 0.05 to 1  $\mu\text{m}$ , and the width of the land portions between the grooves is 0.5 to 10  $\mu\text{m}$ .

[0023]

(4) The magnetic disk described in one of the aforesaid (1) to (3), wherein the thickness of the magnetic layer on the underlayer inside the aforesaid grooves is 0.01 to 1  $\mu\text{m}$ .

[0024]

(5) The magnetic disk described in one of the aforesaid (1) to (4), wherein the aforesaid underlayer is a coating film that contains inorganic fine particles having a Mohs hardness of 5 or upward.

[0025]

(6) The magnetic disk described in the aforesaid (5), wherein the aforesaid underlayer further contains carbon black in an amount of 4 to 10 percent by weight of the aforesaid inorganic fine particles having a Mohs hardness of 5 or upward.

[0026]

(7) The magnetic disk described in one of the aforesaid (1) to (4), wherein the aforesaid underlayer is a continuous thin film having a Vicker's hardness of 600 or higher.

[0027] [Operation]

The magnetic disk of the present invention has the following configuration. Using a disk substrate (2) on which, as shown in Figure 1, grooves (21) and land portions (23) are formed in an orderly manner in the circumferential direction of the disk, the inside of the grooves (21) on a main surface of this substrate is

filled with a nonmagnetic underlayer (3) and magnetic layer (4), which will be discussed later, in this order, thereby constructing recording track sections. Meanwhile, the magnetic layer on the land portions (23), which separate the recording track sections, is eliminated by grinding, polishing, etc., thereby forming a structure in which only an extremely thin magnetic layer is present, particularly a structure in which the underlayer (3) provided for the purpose of improving durability, wear resistance, friction characteristics, conductivity, and the like is exposed.

[0028]

In the aforesaid discrete track media according to the present invention, particularly in a magnetic disk in which the underlayer is exposed, because the underlayer (3) on the land portions (23) exhibits excellent durability, wear resistance, lubricity, conductivity, etc., against the magnetic head, its intervening effect prevents seizure (sticking) resulting from the direct contact of the magnetic head and the magnetic layer, magnetic-layer breakdown, and the like; thus, a magnetic disk with extremely high reliability can be realized. Furthermore, by detecting signal changes at the projected/depressed sections, high precision tracking becomes possible, which makes it possible to increase the density of tracks.

[0029]

Moreover, the use of disk substrates on which patterns have been formed beforehand makes it possible to circumvent problems related to pattern formation that arise from the presence of a filler, and, at the same time, because the magnetic layer can be formed subsequent to the formation of the underlayer, the production of magnetic disks can be carried out efficiently.

[0030]

It is desirable to employ a resin substrate, which is lightweight and on which it is easy to form grooves (21), as the disk substrate (2). When this kind of resin substrate is used, the underlayer (3) on the land portions (23) functions /260 effectively as the control section in the final process of grinding/polishing and removing part of the surface layer of the magnetic coating film. Thus, the presence of the underlayer is highly advantageous for facilitating the grinding/polishing process and also for improving the surface precision.

[0031] [Specific Configuration of the Invention]

The following explains in detail the specific configuration of the invention.

[0032]

Figure 1 illustrates a preferred example magnetic disk of the present invention.

[0033]

The magnetic disk (1) has a rigid disk substrate (2) that has a projection/depression pattern, which will be discussed later.

[0034]

There is no specific limitation regarding the material used for the disk substrate (2), and metals, such as Al alloys, etc., glass, ceramics, resins, etc., for example, may be used. However, it is desirable to use resins because they are lightweight and also because grooves (21) can be formed easily on them by injection molding, etc., with the use of stampers.

[0035]

If a resin is to be used for the disk substrate (2), there is no specific limitation regarding the type of the resin, and any of various types of thermosetting, thermoplastic, and radiation-setting resins, including polyether imides, polyimides, polyether sulfones, polysulfones, polyphenylene sulfides, polyacrylates, polycarbonates, polyacrylimides, polyoxybenzylenes, polyether ether ketones, amorphous polyolefins, phenol resins, epoxy resins, melamine resins, etc., can be used.

[0036]

The disk substrate (2) has, on one or both of the main surfaces, concentric or spiral orderly grooves (21) formed in the circumferential direction of the disk. The magnetic layer (4) packed in these grooves (21) constitutes recording tracks.

[0037]

There is no specific limitation regarding the cross-sectional shape of the grooves (21), and it may take various shapes, such as rectangle, etc.

[0038]

There is also no specific limitation regarding the dimensions of the grooves (21), spacing between the grooves, etc, and they can be determined as appropriate for the objective, etc., but the following dimensions are ideal.

[0039]

Width  $a$  of the grooves (21): 0.5 to 10  $\mu\text{m}$ ; depth  $h$  of the grooves (21): 0.05 to 1  $\mu\text{m}$ ; and width  $b$  of the land portion (23) between a pair of adjacent grooves (21): 0.5 to 10  $\mu\text{m}$ .

[0040]

There is no specific limitation regarding the manufacturing method of the disk substrate (2), and, in the case of a resin substrate, for example, it may be formed by injection molding simultaneously with the grooves (21).

[0041]

The size of the disk substrate (2) is determined as appropriate for the objective, application, etc. Usually, the outer diameter is 25 to 300 mm or thereabouts; the inner diameter is 10 to 150 mm or thereabouts; and the thickness is 0.1 to 3 mm or thereabouts.



[0042]

On one or both of the main surfaces of this disk substrate (2) are formed a nonmagnetic underlayer (3) and a coating-type magnetic layer (4).

[0043]

The underlayer (3) can be either a coating-type nonmagnetic film that contains inorganic particles and a binder or a thin-film-type nonmagnetic film formed by sputtering, etc. On the surface of the underlayer (3), projections and depressions that correspond to the shape of the grooves (21) of the disk substrate (2) are formed.

[0044]

In this case, it is preferable to form these projections and depressions in the shape that exactly matches the shape of the grooves or groove pattern on the disk substrate (2).

[0045]

For an underlayer (3) of the coating type, it is preferable to use inorganic particles having a Mohs hardness of 5 or higher.

[0046]

If the Mohs hardness is below the aforesaid range, satisfactory durability, wear resistance, friction characteristics, etc., cannot be obtained.

[0047]

Some examples of inorganic particles having this level of Mohs hardness include  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, SiC, diamond, etc.

[0048]

The average particle size of inorganic particles having the aforesaid level of Mohs hardness is preferably 0.5  $\mu\text{m}$  or smaller, better yet, 0.05 to 0.2  $\mu\text{m}$ .

[0049]

To form an underlayer (3) of the coating type, a nonmagnetic coating material in which one or more kind of inorganic particles having the aforesaid level of Mohs hardness and a binder are dispersed in a solvent thoroughly is applied to the substrate, and the coated film is subsequently cured.

[0050]

In this case, the nonmagnetic coating material may incorporate various types of additives, such as solid or liquid lubricants, surfactants, etc., as necessary. For example, carbon black may be added for the purpose of improving conductivity or lubricity.

[0051]

Although there is no limitation regarding the application method of the nonmagnetic coating material, spin coating is preferable.

[0052]

In order not to fill the grooves (21) on the disk substrate with the underlayer (3), in other words, in order to bring the outline shape of the underlayer (3) inside the grooves (21) closer to the shape of the grooves (21), the following coating-material

preparation conditions are preferable. The ratio of the inorganic particles having the aforesaid level of Mohs hardness to the binder in the nonmagnetic coating material is preferably 20 : 1 or less, better yet, from 2 : 1 to 10 : 1, and, if carbon black is added, carbon black is preferably added in an amount of 4 to 10 percent by weight of the organic particles having the aforesaid Mohs hardness. In addition, it is preferable to set the weight ratio of the solid content in the nonmagnetic coating material to 40 weight % or less, better yet, to 10 to 30 weight %.

[0053]

In the case of spin-coating the nonmagnetic coating material, it is preferable to set the rotation speed of the disk substrate to 2,000 rpm or higher, particularly to 3,000 to 8,000 rpm, so as to spread the coating material well into the inside of the grooves (21) on the disk substrate.

[0054]

There is no specific limitation regarding the thickness of the underlayer (3), but it is preferably 0.1 to 1  $\mu\text{m}$  for the coating type.

[0055]

A thickness that is less than the aforesaid range causes the depression/projection shape of the underlayer (3) to become nonuniform, whereas a thickness exceeding the aforesaid range makes it difficult to retain the depression/projection shape exactly in

the shape of the grooves when the nonmagnetic coating material is applied.

[0056]

An underlayer (3) of the thin-film type is particularly desirable because the film-thickness distribution does not vary much and also because, compared to the coating type, it is easier to form the film surface into a depression/projection shape /261 that matches the shape of the grooves (21) or the pattern.

[0057]

In this case, it is preferable to configure the thin-film-type underlayer (3) from a continuous thin film having a Vicker's hardness of 600 or higher, especially 800 or higher.

[0058]

If the Vicker's hardness is below the aforesaid range, satisfactory durability, wear resistance, lubricity, etc., cannot be obtained.

[0059]

The upper limit of the Vicker's hardness for the underlayer (3) is normally about 10,000.

[0060]

Vicker's hardness is the quotient obtained by dividing the load applied when an indentation is formed on the test surface, using a diamond indenter of a square-based pyramid whose opposite sides meet at the apex at an angle of 136°, by the surface area

found from the length of the diagonal of the indentation, and it can be usually calculated by the following formula.

[0061]

$$(\text{Formula}) \quad H_v = F/S = [2F \sin(\theta / 2)]/d^2 = 1.8544 \, F/d^2$$

wherein

Hv: Vicker's hardness

F: applied load (kgf)

S: area of the indentation ( $\text{mm}^2$ )

d: average length of the diagonals of the indentation (mm)

$\theta$ : the angle that the opposite planes of the diamond indenter make

[0062]

Vicker's hardness can be measured by, for example, a light-load small hardness meter (MVK-IS), manufactured by Akashi Seisakusho, or a similar product.

[0063]

The underlayer (3) having this level of Vicker's hardness is preferably a tin film that is formed by various vapor-phase film-forming methods, such as sputtering, etc., and that contains one or more kind of oxides, nitrides, carbides, silicides, borides, and carbon. Or, plasma polymerization films that contain particularly one or more from C, C and H, and N and C are also desirable to use. As the film-forming method, a wet process, according to which a disk substrate is dipped into a solution of, for example, a silane

coupling agent, etc., to form a thin film of a polymer of these substances, or a sol/gel process, according to which a thin film of a silicide in glass form is obtained, can also be employed, although these are not vapor-phase processes.

[0064]

The thickness of an underlayer (3) of the thin-film type is preferably 0.001 to 0.3  $\mu\text{m}$ .

[0065]

If the thickness is below the aforesaid range, the resulting underlayer has a tendency of not exhibiting its effects fully. A thickness exceeding the aforesaid range requires more time for film formation, thus reducing practicality, and, at the same time, the effects expected of the underlayer cannot be improved any further, thus making this level of thickness unnecessary.

[0066]

A coating-type magnetic layer (4) is formed over the underlayer (3).

[0067]

In this case, it is preferable for the magnetic layer (4) to have a coercive force of 1,000 oersted (Oe) or higher.

[0068]

A coercive force below this value does not yield satisfactory electromagnetic conversion characteristics and, consequently, makes it difficult to attain high-density recording.

[0069]

It is desired that the coercive force of the magnetic layer be selected so as to provide satisfactory overwrite characteristics for any magnetic head to be combined therewith. In this sense, it is usually preferable to set the upper limit of coercive force to 2,000 Oe or less, though it need not be specified.

[0070]

A particularly desirable range of the coercive force of the magnetic layer is from 1,200 to 1,800 Oe.

[0071]

There is no specific limitation regarding magnetic fine particles used for the magnetic layer (4), and various kinds of oxide magnetic particles, etc., can be used, but, to obtain the aforesaid level of coercive force, it is desirable to use magnetic particles with a high coercive force, such as ferromagnetic metal particles or hexagonal oxide ferrite particles, such as barium ferrite, strontium ferrite, etc.

[0072]

Used as the ferromagnetic metal particles are, for example, fine particles of Fe, Co, or Ni, alloys thereof, or fine particles comprised of these metals or alloys thereof in which an additional element selected from Cr, Mn, Co, Si, Zn, Cu, Zr, Al, Ti, Bi, Ag, Pt, etc., is incorporated.

[0073]

It is also possible to use fine particles of these metals or alloys to which a small quantity of nonmetallic element, such as B, C, P, N, etc., is added; those that are partially nitrided, such as  $\text{Fe}_4\text{N}$ , etc.; or those whose surface is coated with an oxide, etc., so as to improve corrosion resistance weather resistance, etc.

[0074]

Some examples of hexagonal oxide ferrite fine particles include a ferrite of barium, strontium, calcium, lead, etc., represented by the M type; the aforesaid ferrites in which part of the constituent elements, Ba, Ca, Sr, and Pb, is replaced by each other; or ferrites in which part of Fe is replaced by one or more kind of metal selected from Co, Ni, Ti, Cr, Zn, In, Mn, Cu, Ge, Nb, Zr, Sn, and other metals.

[0075]

Furthermore, the aforesaid hexagonal oxide fine particles may have a coating comprised of another oxide, organic compound, etc., on the surface so as to improve weather resistance or dispersibility.

[0076]

These magnetic particles may be used in combination of two kinds or more, as necessary.



[0077]

According to an example method of forming a magnetic layer (4), first, a magnetic coating material that contains magnetic particles and a binder is applied by spin-coating, and a magnetic field is applied in a solvent vapor to execute the leveling of the coating, which is followed by the orientation of the magnetic particles, and a curing process is implemented according to a conventional method.

[0078]

Thereafter, the coating is removed gradually by a surface processing method, such as grinding, polishing, etc., or by another method, preferably until the underlayer (3) is exposed. In this case, it is necessary to bring the thickness of the magnetic layer remaining over the underlayer (3) on the land portions (23) to 10 % or less of the thickness of the magnetic layer (4) over the underlayer (3) inside the grooves (21). For practical purposes, it is more desirable that no magnetic layer remain on the land portions (23).

[0079]

The thickness of the magnetic layer (4) thus formed over the underlayer (4) [sic] inside the grooves (21) is preferably 1  $\mu\text{m}$  or less, better yet, 0.5  $\mu\text{m}$  or less.

[0080]

If the thickness of the magnetic layer (4) exceeds the aforesaid range, a satisfactory overwrite characteristic cannot be obtained. Particularly in short wavelength recording, saturation recording becomes difficult and thickness loss increases, thereby making high-density recording difficult. /262

[0081]

The lower limit of the thickness of the magnetic layer should be set so as to ensure a sufficient reproduction output and S/N (signal-to-noise) ratio, and a thickness of 0.01  $\mu\text{m}$  or more, at a minimum, will suffice, but 0.05  $\mu\text{m}$  or more is preferable.

[0082]

Over the surface of the magnetic-layer side of the magnetic disk (1) of the present invention, a liquid lubricant, etc., may be applied as necessary to impregnate the magnetic layer (4).

[0083]

Preferable as the liquid lubricant here are liquid lubricants that contain fluorine-containing organic compounds.

[0084] [Working Examples]

The following explains the present invention in more detail, referring to concrete examples of the present invention.

[0085] Working Example 1

A disk substrate having an outer diameter of 3.5 inches and a thickness of 1.27 mm that was comprised of a polyether imide resin

was prepared by injection molding, and, at the same time, grooves were formed in an orderly manner on one of the main surfaces of the disk substrate.

[0086]

The grooves were formed in a concentric shape in the direction of the circumference of the disk substrate, and its cross-section was rectangular. The following gives their dimensions.

[0087]

Width of a groove: 7.0  $\mu\text{m}$

Depth of a groove: 0.5  $\mu\text{m}$

Width of a land portion: 3.0  $\mu\text{m}$

[0088]

Over this disk substrate was spin-coated, and subsequently cured, the following nonmagnetic coating material that contained  $\text{Al}_2\text{O}_3$  as an abrasive at a rotation speed of 4,000 rpm, thereby forming an underlayer.

[0089]

Average particle size of  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 0.06  $\mu\text{m}$

Mohs hardness of the  $\text{Al}_2\text{O}_3$  particles: 9

Weight ratio of the  $\text{Al}_2\text{O}_3$  particles to the binder: 5 to 1

Weight ratio of the solid content in the nonmagnetic coating material: 30 weight %

[0090]

The obtained underlayer had an average thickness of 0.5  $\mu\text{m}$ , and it reflected the regularity of the groove pattern of the substrate well.

[0091]

Over this underlayer, a magnetic coating material that contained magnetic particles of  $\alpha\text{-Fe}$  with a coercive force of 1,400 Oe was applied by spin coating, and the coating underwent leveling and orientation processes and was subsequently subjected to a curing process. As a result, a magnetic coating film having an average thickness of 0.3  $\mu\text{m}$  that spread well even into the grooves could be obtained.

[0092]

Thereafter, while the position of the substrate was changed a little at a time, the magnetic layer and the underlayer were polished with a polishing tape, and approximately 0.5  $\mu\text{m}$  in total was removed, thus exposing the underlayer on the land portions. As a result, a magnetic disk sample in which the width of the magnetic layer on the disk surface was approximately 6.8  $\mu\text{m}$ ; the width of the underlayer (nonmagnetic layer) on the disk surface was approximately 3.2  $\mu\text{m}$ ; and the thickness of the magnetic layer was 0.3  $\mu\text{m}$  was obtained, and this sample was designated as Working Example 1.

[0093] Working Example 2

A disk substrate having an outer diameter of 3.5 inches and a thickness of 1.27 mm that was comprised of a polyether imide resin was prepared by injection molding, and, at the same time, grooves were formed in an orderly manner on one of the main surfaces of the disk substrate.

[0094]

The grooves were formed in a concentric shape in the direction of the circumference of the disk substrate, and its cross-section was rectangular. The following gives their dimensions.

[0095]

Width of a groove: 8.0  $\mu\text{m}$

Depth of a groove: 0.2  $\mu\text{m}$

Width of a land portion: 2.0  $\mu\text{m}$

[0096]

Over this disk substrate was spin-coated, and subsequently cured, the following nonmagnetic coating material that contained carbon black (conductive material) and  $\text{Al}_2\text{O}_3$  particles (an abrasive) at a rotation speed of 4,000 rpm, thereby forming an underlayer.

[0097]

Average primary particle size of carbon black: 0.02  $\mu\text{m}$

Average particle size of  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 0.06  $\mu\text{m}$

Mohs hardness of the  $\text{Al}_2\text{O}_3$  particles: 9

Weight ratio of the  $\text{Al}_2\text{O}_3$  particles to the binder: 5 to 1

Carbon black content, based on  $\text{Al}_2\text{O}_3$  quantity: 7 weight %

Weight ratio of the solid content in the nonmagnetic coating material: 27 weight %

[0098]

The obtained underlayer had an average thickness of  $0.4\text{ }\mu\text{m}$ , and it reflected the regularity of the groove pattern of the substrate well.

[0099]

Over this underlayer, a magnetic coating material that contained magnetic particles of barium ferrite with a coercive force of 700 Oe was applied by spin coating, and the coating underwent leveling and orientation processes and was subsequently subjected to a curing process. As a result, a magnetic coating film having an average thickness of  $0.3\text{ }\mu\text{m}$  that spread well even into the grooves could be obtained.

[0100]

Thereafter, while the position of the substrate was changed a little at a time, the magnetic layer and the underlayer were polished with a polishing tape, and approximately  $0.3\text{ }\mu\text{m}$  in total was removed, thus exposing the underlayer on the land portions. As a result, a magnetic disk sample in which the width of the magnetic layer on the disk surface was approximately  $8\text{ }\mu\text{m}$ ; the width of the underlayer (nonmagnetic layer) on the disk surface was approximately  $2\text{ }\mu\text{m}$ ; and the thickness of the magnetic layer was  $0.2$

μm was obtained, and this sample was designated as Working Example 2.

#### [0101] Comparative Example 1

Using the same type of disk substrate and magnetic layer as those in the aforesaid Working Example 2, a magnetic coating film was formed directly on the substrate, without providing an underlayer. As in Working Example 2, this was polished until the land portions of the substrate were exposed, but, in this process, the polishing tape was burnt off whenever a land portion was exposed, causing the process to stop. Thus, it was difficult to carry out the polishing process smoothly; therefore, the polishing was done only for the sections that could be used for the measurement of friction, which will be discussed later. This sample was designated as Comparative Example 1.

#### [0102] Comparative Example 2

Over an aluminum alloy disk substrate that was smooth without grooves was spin-coated the same magnetic coating material as that of Working Example 1, which contained magnetic particles of α-Fe with a coercive force of 1,400 Oe, and the coating underwent leveling and orientation processes and was subsequently subjected to a curing process. As a result, a magnetic coating film having an average thickness of 0.3 μm was obtained. Thereafter, the surface of the magnetic layer was polished to smooth the surface. Because the magnetic layer did not contain an abrasive with a /263

high hardness, the magnetic layer was weak. Consequently, a magnetic disk sample with a large number of polishing scratches on the magnetic layer was obtained. This sample was designated as Comparative Example 2.

[0103] Comparative Example 3

Over the same disk substrate as that of Comparative Example 2 was spin-coated a magnetic coating material that contained the same magnetic fine particles as those of Working Example 1 and  $\text{Al}_2\text{O}_3$  particles (an abrasive) with an average particle size of  $0.1\text{ }\mu\text{m}$ , and the coating underwent leveling and orientation processes and was subsequently subjected to a curing process. As a result, a magnetic coating film having an average thickness of  $0.35\text{ }\mu\text{m}$  was obtained. Thereafter, the surface of the magnetic layer was polished, and a magnetic disk sample having a magnetic layer with a final thickness of  $0.3\text{ }\mu\text{m}$  was obtained. This sample was designated as Comparative Example 3.

[0104]

After the surface of the magnetic-layer side (magnetic surface) of the disk sample prepared in each working example and comparative example was impregnated with a fluorocarbon solution, their friction characteristics and electromagnetic conversion characteristics were evaluated.



[0105]

Friction characteristics were evaluated by measuring the coefficient of friction produced when a ferrite head was placed with an applied load of 15 g against the magnetic surface of a disk sample that was rotating at a line speed of 5 mm/second. Here, the initially measured coefficient of friction was represented by  $\mu_0$ . After the initial measurement, the line speed was increased to 300 mm/second, with the head still making contact, and the line speed was again reduced to 5 mm/second after the passage of 10 hours, at which point the coefficient of friction was measured again. This coefficient of friction was represented by  $\mu_{10}$ .

[0106]

The sample obtained in Comparative Example 1 showed a rapid increase of friction within 5 minutes of the start of the measuring process, and the disk rotation was stopped 10 minutes afterwards due to friction increase; thus, the subsequent measurement could not be taken. This fact indicates difficulty in stable operation as a magnetic disk.

[0107]

When each sample was used to record and reproduce, Working Examples 1 and 2 and Comparative Example 3 had no problem in recording and reproducing with a magnetic head levitated 0.14  $\mu\text{m}$ . However, compared to Working Examples 1 and 2, Comparative Example 3 was found to have a poor S/N ratio because it contained

nonmagnetic abrasive particles in the magnetic layer. As for Comparative Example 2, because of extensive damage of the coating by the head, neither the measurement of coefficient of friction nor the measurement of recording/reproduction could be performed.

[0108]

Furthermore, with Working Examples 1 and 2, the attenuation of signals caused by the presence of the nonmagnetic layer that separated the magnetic layer could be used as the head positioning signals. It was learned that, as a result, positioning with higher precision and tracks with increased density could be realized. These results are shown in Table 1.

[0109] [Table 1]

TABLE 1

	Friction Characteristics		Head positioning by discrete tracks
	$\mu_0$	$\mu_{10}$	
Working Example 1	0.15	0.26	possible
Working Example 2	0.12	0.18	possible
Comparative Ex. 1	0.75	unmeasurable	-
Comparative Ex. 2	unmeasurable	unmeasurable	-
Comparative Ex. 3	0.14	0.31	impossible

[0110]

The above results clearly show the effects of the present invention.

[0111]

When the underlayer was changed to  $\text{SiO}_2$  thin film having a thickness of 0.05  $\mu\text{m}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  thin film having a thickness of 0.03

μm, and other various types of continuous thin films having an HV of 600 higher, which were formed by sputtering, the variation in the thickness of the underlayer was reduced, and the friction characteristics and electromagnetic conversion characteristics were also excellent.

[0112] [Effects of the Invention]

In the magnetic disk of the present invention, the recording layer is constructed by providing a nonmagnetic underlayer that separates the magnetic layer that corresponds to the recording layer; therefore, head positioning with higher precision and an increase in the track density can be attained. By imparting high durability, high lubricity, high conductivity, etc., to the underlayer, a magnetic disk with an improved S/N ratio and also with excellent reliability can be realized.

[Brief Explanation of the Drawings]

[Figure 1] A partial cross-sectional drawing that illustrates one example magnetic disk of the present invention.

[Figure 2] A partial cross-sectional drawing that illustrates a prior-art magnetic disk.

[Explanation of the Key]

1	magnetic disk
2	disk substrate
21	groove
23	land portion
3	underlayer
4	magnetic layer